

А. О. Хайкина^{1}, И. В. Проворная²*

Стрессоустойчивость российских регионов в контексте влияния угольных генераций на экологию и здоровье населения

¹Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация

²Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация

*e-mail: a.khaikina@g.nsu.ru

Аннотация. Работа носит аналитический, исследовательский характер. Целью работы является оценка влияния добычи и использования угля в экономике регионов России на экологию и здоровье населения. В рамках исследования подтверждается существование зависимости между объемом выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и заболеваемостью населения региона по следующим классам болезней: болезни органов дыхания, новообразования, нарушения системы кровообращения, врожденные аномалии (пороки развития). В результате была определена степень влияния функционирования угольной отрасли на здоровье населения региона посредством выбросов в атмосферу с помощью методов регрессионного анализа. Также сформулированы основные выводы на основе результатов, а также определены рекомендации по устранению негативного воздействия угольной промышленности для регионов, занятых в рассматриваемой отрасли.

Ключевые слова: экономика угольной промышленности, здоровье населения, регрессионный анализ

A. O. Khaikina^{1}, I. V. Provornaya²*

Stress resistance of Russian regions in the context of the impact of coal-fired generation on the environment and people health

¹Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

²Institute of Economics and Organization of Industrial Production SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

*e-mail: a.khaikina@g.nsu.ru

Annotation. The work is of an analytical, research nature. The aim of the work is to assess the impact of coal mining and use in the economy of Russian regions on the environment and public health. The study confirms the existence of a relationship between the volume of emissions of pollutants into the atmosphere and the incidence of the population for the classes of diseases: respiratory diseases, neoplasms, circulatory system disorders, congenital anomalies (malformations). As a result, the degree of influence of the functioning of the coal industry on the health of the population of the region through emissions into the atmosphere was determined using regression analysis methods. The main conclusions based on the results are also formulated, as well as recommendations for eliminating the negative impact of the coal industry for the regions involved in the industry under consideration.

Keywords: economics of the coal industry, people health, regression analysis

Введение

Угольная промышленность занимает одну из ведущих ролей в мировой экономике, поскольку сотни отраслей продолжают свою работу именно благодаря угольной. В современном мире функционирование металлургии, теплоэнергетики, железнодорожного транспорта, жилищно-бытового сектора и т. п. основывается на потреблении такого важного источника энергии, как уголь [1]. Кроме того, рассматриваемая отрасль на протяжении многих лет обеспечивает не только энергетическую стабильность и экономическое развития, но и занятость значительной доли населения страны, а также баланс отечественного и мирового энергетического рынка и возможность международного сотрудничества [3]. Устойчивость работы отрасли отражается на параметрах социально-экономического развития регионов и страны в целом.

Однако более остро стоит вопрос негативного воздействия функционирования угольной отрасли на экологию и, как следствие, здоровье населения [4]. В особенности части населения, занятой в сфере добычи, обогащения и сжигания угля для выработки тепла и электроэнергии.

Многие авторы, как российские, так и зарубежные, занимаются вопросами взаимосвязи добычи, потребления угля на показатели заболеваемости в регионах. Так, например, Maoyong Fan и др. в своем исследовании подтверждают рост заболеваемости и смертности в Китае в отопительный сезон, что связано именно с сжиганием угля. Отечественные авторы Л. С. Хорошилова и И. В. Трофимова в работе представили результаты исследования о здоровье работников угольной отрасли и ее влиянии на демографическую ситуацию в Кемеровской области [5].

Цель исследования – оценка влияния добычи и использования угля в экономике регионов России на экологию и здоровье населения. В работе были поставлены и решены следующие задачи:

- исследование динамики добычи и потребления угля населением, а также в качестве котельно-печного топлива предприятиями регионов России;
- построение модели, определяющей наличие связи между заболеваемостью и выбросами загрязняющих веществ в атмосферу;
- оценка и интерпретация полученных в ходе работы результатов влияния функционирования угольной отрасли на заболеваемость по классу болезней;

Добыча и потребления угля по регионам России

Если рассматривать динамику добычи угля в России за период 2005-2020 гг., наблюдается заметная тенденция роста. Кроме того, вместе с этим растет заболеваемость болезнями органов дыхания (рис. 1).

Рассматривая динамику добычи угля в региональном разрезе, можно определить несомненных лидеров данного показателя: Кемеровская область, Республика Саха (Якутия), Красноярский край, республика Хакасия и Новосибирская область.

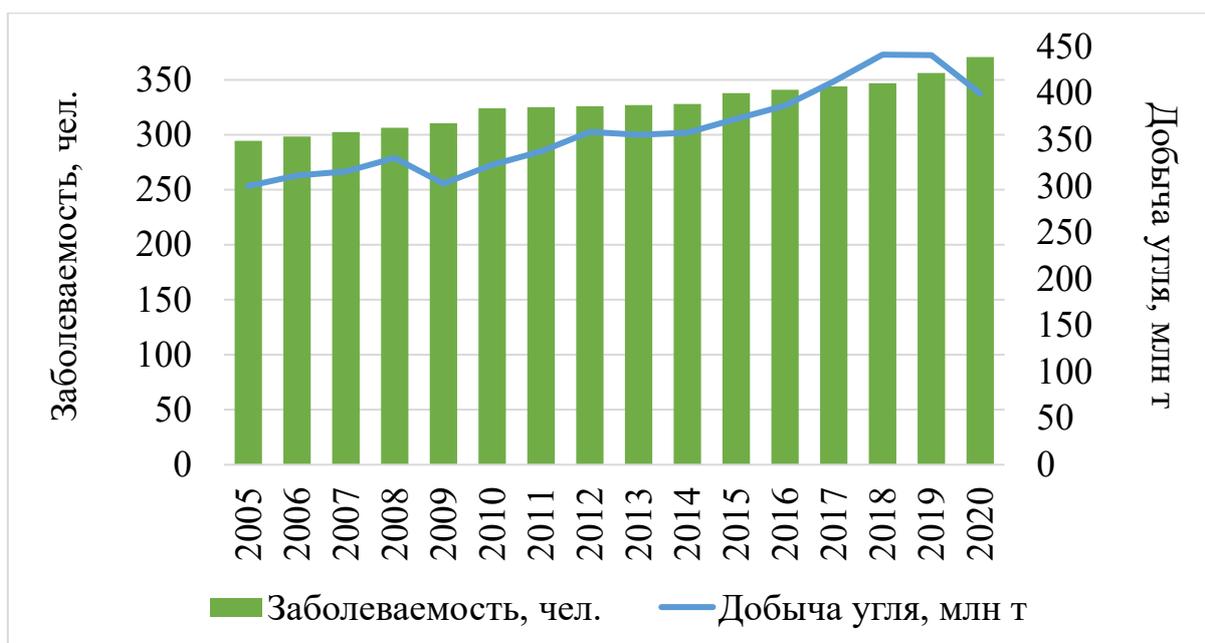


Рис. 8. Динамика добычи угля и заболеваемости болезнями органов дыхания в России, 2005-2020 гг. Источник: Росстат



Рис. 9. Объем отгруженной продукции, выполненных работ и оказанных услуг (категория - добыча угля) в 2021 году, млн руб. Источник: Росстат

Если говорить о потреблении угля в региональном разрезе, лидером среди потребления угля населением является Кемеровская область (Кузбасс), а среди потребления предприятиями – Красноярский край (табл. 1).

Потребление угля по регионам, занятым в добыче угля

Субъект РФ	Отпущено угля населению, млн т	Потребление угля предприятиями, млн т
Кемеровская область	1,273	17,946
Красноярский край	0,577	24,387
Новосибирская область	0,263	7,763
Ростовская область	0,043	3,168
Республика Хакасия	0,032	2,471
Иркутская область	0,031	11,438
Забайкальский край	0,029	7,084
Амурская область	0,023	3,881
Республика Бурятия	0,007	4,643
Сахалинская область	0,004	0,741
Чукотский автономный округ	0,002	0,330
Республика Саха (Якутия)	0,001	3,014

Стрессоустойчивость заболеваемости по классам болезни к объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на примере Кемеровской области

Для начала необходимо обратиться к вопросу того, какие вещества, содержащиеся в выбросах от добычи и потребления угля, негативно сказываются на состоянии здоровья людей. Работы Л. С. Плакиткиной и Ю. А. Плакиткина подтверждают тот факт, что большим объемом выбросов в атмосферу загрязняющих веществ достигается именно за счет потребления угля населением и предприятиями. При добыче и сжигании угля выделяются вещества, превышение нормы допустимых значений которых приводит к негативному воздействию на организм человека. О. В. Мячина и др. в своем исследовании определили взаимосвязь между основными загрязняющими веществами (по типу веществ) и различными классами болезней. В табл. 2 представлена информация о том, какие вещества способны вызвать нарушения здоровья человека.

Таким образом, целесообразно определить наличие взаимосвязи между заболеваемостью по классам болезней и выбросами загрязняющих веществ на примере Кемеровской области. В качестве базы данных была взята статистика по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за период 2010-2018 гг. по Кемеровской области.

На основе собранных данных было построено несколько уравнений регрессии по классам болезней. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 2

Вещества, способные вызвать патологию

Патология	Вещества, способные вызвать патологию
Болезни органов дыхания	Оксиды азота, взвешенные вещества, фенол, формальдегид, диоксид азота
Новообразования	Фенол, оксид углерода
Нарушения системы кровообращения	Диоксид азота, взвешенные вещества, фенол, оксид углерода
Врожденные аномалии (пороки развития)	Диоксид азота, взвешенные вещества, оксид азота

Источник: составлено автором на основе [2]

Таблица 3

Результаты регрессии: зависимость заболеваемости по классам болезней (Y) от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (X)

Класс болезни	Модель	R ²
Болезни органов дыхания	$Y = 62,87 + 0.31X$	0,38
Новообразования	$Y = -0,99 + 0.02X$	0,47
Нарушения системы кровообращения	$Y = 8,13 + 0.04X$	0,06
Врожденные аномалии (пороки развития)	$Y = -0,15 + 0.01X$	0,13

Источник: составлено автором

Также в рамках исследования были рассчитаны такие показатели, как линейный коэффициент корреляции и коэффициент детерминации для определения степени влияния угольной промышленности на здоровье населения региона. Линейный коэффициент корреляции определяется следующим образом:

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{s(x)s(y)}, \quad (1)$$

где x , y – объясняющая и объясняемая переменные соответственно, $s(x)$ и $s(y)$ – среднеквадратическое отклонение соответствующих переменных.

Кроме того, коэффициент детерминации определяется формулой:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i (y_i - \hat{y})^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}, \quad (2)$$

где y_i – объясняемая переменная в году i , $\sum_i (y_i - \hat{y})^2$ – сумма квадратов остатков регрессии, $\sum_i (y_i - \bar{y})^2$ – полная сумма квадратов.

Таким образом, удалось сделать несколько выводов, которые подтверждают наличие взаимосвязи между заболеваемостью и функционированием угольной отрасли:

1) как показала модель, 38% заболеваемости болезнями органов дыхания определяется объемом выбросов загрязняющих веществ. Связь между заболеваемостью и выбросами умеренная (коэффициент корреляции составляет 0,55);

2) в 47% случаев рост выбросов загрязняющих веществ приведет к росту заболеваемости по классу «новообразования». При этом наблюдается высокая связь между показателями (коэффициент корреляции составляет 0,61);

3) всего в 6% случаев объем выбросов загрязняющих веществ приведет к росту заболеваемости по классу «нарушения системы кровообращения». Связь с выбросами при этом низкая (коэффициент корреляции составляет 0,23);

4) в 13% случаев объем выбросов загрязняющих веществ приведет к росту заболеваемости по классу «врожденные аномалии (пороки развития)». Связь заболеваемости с объемом загрязняющих выбросов низкая - коэффициент корреляции составляет 0,31.

Заключение

В ходе исследования была построена модель зависимости между заболеваемостью по классам болезней и выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. В рамках исследования удалось определить основные выводы:

- наличие высоких показателей заболеваемости наряду с высоким уровнем выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в регионах-лидерах подтверждает наличие негативного воздействия функционирования угольной отрасли на здоровье населения;

- заболеваемость по классам «новообразования» и «болезни органов дыхания» имеет самую высокую связь с объемом выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;

- заболеваемость по классам «нарушения системы кровообращения» и «врожденные аномалии (пороки развития)» имеют невысокую связь с выбросами, однако определяется ими в 6% и 13% соответственно, согласно результатам модели.

Практическая значимость исследования заключается в возможном формулировании рекомендаций органам власти по устранению негативных последствий развития угольной энергетики в регионах. Так, например, в регионах-лидерах отрасли целесообразно увеличить бюджет на охрану окружающей среды с целью снизить негативное воздействие добычи и сжигания угля на экологию и, как следствие, здоровье населения. Кроме того, высокая заболеваемость регионов-лидеров отрасли требует введения особого медицинского режима.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-28-01803.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильева Н. В. Угольная промышленность России – локомотив развития экономики страны // Образование и право. – 2020. – №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ugolnaya-promyshlennost-rossii-lokomotiv-razvitiya-ekonomiki-strany> (дата обращения: 28.03.2023).
2. Мячина О. В. и др. Исследование взаимосвязи между заболеваемостью детей и содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным ежедневных наблюдений в течение года) // Фундаментальные исследования. – 2013. – №. 9-6. – С. 1087-1093.
3. Новак А. В. Задача ТЭК России – надежное снабжение потребителей страны и мира // ЭП. – 2021. – №2 (156). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zadacha-tek-rossii-nadezhnoe-snabzhenie-potrebiteley-strany-i-mira> (дата обращения: 28.03.2023).
4. Харионовский А.А., Калушев А.Н., Васева В.Н., Симанова Е.И. Экология угольной промышленности: состояние, проблемы, пути решения // Вестник Научного центра. – 2018. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya-ugolnoy-promyshlennosti-sostoyanie-problemy-puti-resheniya> (дата обращения: 02.04.2023).
5. Хорошилова Л. С., Табакаева Л. М., Скалзубова Л. Е. К вопросу о профессиональной заболеваемости населения Кузбасса в 2005 2010 годах // Вестник КемГУ. – 2012. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-professionalnoy-zabolevaemosti-naseleniya-kuzbassa-v-2005-2010-godah> (дата обращения: 09.04.2023).

А. О. Хайкина, И. В. Проворная, 2023